

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Лазебной Людмилы Александровны «Совершенствование алгоритмов и параметров элементов системы автоматизированного управления процессом гидропневматического воздействия на угольные пласты», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)».

### 1. Актуальность темы диссертации.

В комплексе средств борьбы с основными опасностями при подземной добыче угля очень важное место занимает метод гидравлического и пневматического воздействия на угольный пласт, позволяющий изменить его состояние и за счет этого снизить интенсивность проявления опасных и вредных свойств. Применение этого метода является обязательным и регламентировано правилами безопасности.

Однако эффективность воздействия все еще недостаточна, о чем свидетельствуют данные об авариях на ряде шахт. Одной из причин недостаточной эффективности является несовершенство способов контроля параметров и управления процессами гидропневматической обработки, что не позволяет оперативно реагировать на частые изменения условий работы технологического оборудования, обусловленные анизотропией угольного пласта. Решение данной задачи возможно путем автоматизации управления процессами гидравлического и пневматического воздействия.

В этой связи развитие теоретических основ, совершенствование алгоритмов функционирования и модификация элементов систем автоматизированного управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты является важной научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

### 2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность положений, выводов и рекомендаций обеспечивается:  
– корректным применением фундаментальных положений механики сплошных сред и гидродинамики жидкостей при выполнении теоретических исследований;

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Вх. № 16/115  
« 18 » 10 20 19 г.

- корректным применением положений физики горных пород и газовой динамики при разработке методик и осуществлении компьютерных экспериментов;
- применением разработанной структуры системы автоматизированного управления технологическим процессом с научно обоснованными параметрами;
- эффективным применением результатов исследований при разработке нормативного документа.

Достоверность положений подтверждается достаточным объемом компьютерных исследований с применением разработанных и модернизированных математических моделей.

### **3. Анализ содержания диссертации.**

В первом разделе автором проведён анализ современных трендов развития теоретических основ и технологии процессов гидропневматической обработки угольных пластов и результатов ранее выполненных исследований в данном направлении, обобщён богатый опыт теоретических и экспериментальных исследований.

В разделе достаточно полно рассмотрены практически все используемые способы и схемы, показаны их достоинства и недостатки, оценена эффективность.

Следует отметить, что автором недостаточно целенаправленно построено изложение раздела. Сущность первого раздела заключается в том, чтобы обосновать актуальность, направление, цель и задачи работы, и это должно быть конкретно сформулировано как основной вывод по разделу. В принципе, формулировки цели и задач можно не повторять, сославшись на введение, но в тексте и завершении раздела это должно быть чётко сформулировано.

На мой взгляд, не совсем удачно сформулированы цель и задачи работы, в частности, не указывается, совершенствование каких конкретных параметров и с какой целью выполняется в работе.

Во втором разделе приведены результаты теоретических исследований процесса предварительной гидропневматической обработки разрабатываемых пластов из подземных выработок.

Обосновано направление развития способов контроля параметров и управления технологическими процессами гидропневматического воздействия на угольные пласты, связанное с внедрением специализированных программируемых устройств.

Сформированы теоретические основы разработки алгоритмов управления процессами, базирующиеся на математических моделях процессов как способе имитации состояния пласта и его реакции на внешнее воздействие.

Сформированы детерминированные математические модели процесса гидравлического воздействия на угольный пласт, в основу которых

положены уравнения нелинейно-упругой фильтрации жидкости в сплошной среде.

Обоснован способ комплексного гидропневматического воздействия на угольный пласт.

Предложена структура и алгоритмы подсистемы управления пневматической и комплексной гидропневматической обработкой.

Следует отметить, что в разделе достаточно полно и подробно обоснованы алгоритмы и структура системы автоматизированного управления процессом, однако совершенно не уделено внимания анализу технологических схем воздействия и их техническим параметрам.

Кроме того, в основу математических моделей положены нелинейные уравнения математической физики, их решение возможно лишь численно, при этом нелинейность обуславливает необходимость применения модификаций стандартных разностных методов, о чём в работе не упомянуто.

В третьем разделе приведены результаты решения задач совершенствование математических моделей и алгоритмов управления процессом гидропневматического воздействия на угольный пласт с поверхности.

В результате технологической реализации процесса пневмогидродинамического воздействия на газонасыщенный трещиновато-пористый массив осуществляется принудительное внедрение воздуха под высоким давлением в природные пустоты, что вызывает структурные изменения массива, сопровождающиеся расширением пор и трещин. После сброса давления активизируется метановыделение из массива в скважину.

На основании теоретических представлений о процессе пневмогидродинамического воздействия получены детерминированные математические модели процесса, обоснованы практические рекомендации по выбору технологических параметров и разработан алгоритм управления сбросом давления, при котором предотвращается отрицательное влияние процесса на прилегающую к нагнетательной скважине территорию.

Следует отметить, что при решении краевой задачи автор ограничивается применением вычислительных методов к безразмерным величинам, пример перехода к натурным значениям переменных не рассмотрен.

Многообразие горногеологических и горнотехнических условий, фильтрационных и коллекторских характеристик угольных пластов, технологических схем нагнетания не позволяет разработать рекомендации для всех случаев применения гидродинамического воздействия. В то же время при выборе конкретной схемы или способа не всегда учитываются некоторые факторы, существенно влияющие на результат обработки, кроме того, зачастую неизвестна степень влияния того или иного фактора на эффективность воздействия. При составлении паспорта на ведение работ это приводит к необходимости либо принять типовые рекомендации без учета некоторых свойств пласта, тем самым в недостаточной степени использовать



эффект гидравлического воздействия, либо проводить трудоемкие натурные исследования.

С этой точки зрения помощь проектировщику может оказать система автоматизированного проектирования (САПР) гидравлического воздействия на угольный пласт, позволяющая выбрать схему, технологию и параметры нагнетания с учетом конкретных условий без проведения всего комплекса шахтных исследований.

Разработана функционально-логическая схема проектирования комплекса пневмогидродинамического воздействия на угольные пласты и породные массивы. Применение методов автоматизированного проектирования с использованием компьютерных технологий в сочетании с оптимизацией управления проектом системы пневмогидродинамического воздействия на угольный пласт обеспечивает повышение качества обработки массива и эффективности воздействия.

Разработана функционально-логическая структура системы автоматизированного управления (САУ). На основании теоретических представлений получены практические рекомендации по выбору структуры и технологических параметров системы автоматизированного управления, разработан алгоритм выбора приближенного к оптимальному вектора управления процессом пневмогидродинамического воздействия.

По моему мнению, приведенные теоретические результаты только выиграли бы, если бы автором был приведен пример проектирования с использованием предложенных рекомендаций.

В четвертом разделе приводятся результаты решения задачи совершенствования параметров структурных элементов системы автоматизированного управления процессами гидропневматического воздействия на угольные пласты и углепородные массивы.

Внедрение автоматизированного управления процессом нагнетания обеспечивает повышение качества обработки пласта, а использование модифицированных структур и алгоритмов синтеза автоматов позволяют повысить быстродействие и снизить аппаратные затраты при создании управляющих устройств.

Применение автоматизированного контроля и управления при увлажнении угольных пластов позволяет повысить качество насыщения обрабатываемой зоны пласта, уменьшить численность персонала, занятого на выполнении работ, и сократить время, отводимое на предварительное нагнетание. По предварительным подсчетам, время окупаемости одного устройства – 10 месяцев.

Результаты разработки алгоритмического и программного обеспечения позволяют рекомендовать применение и дальнейшее развитие комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты и системы автоматизированного управления процессом.

В качестве замечания можно указать, что при выборе элементной базы не проведено широкого сравнения различных комплектов технических средств, автор ограничивается рассмотрением двух вариантов.

В целом работа оставляет впечатление добротного комплексного исследования, в котором дано достаточно полное решение поставленной задачи.

Результаты разработок автора включены в нормативный документ:

«Регламентные требования к устройствам контроля параметров и управления процессом гидродинамической обработки угольных пластов» (Утверждено генеральной дирекцией ГП ДУКК, согласовано ГУ МакНИИ, ГУ ДонНИИ, г. Донецк, 2005г.).

#### **4. Научная новизна работы.**

Новизна разработанных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций состоит в следующем.

1. Впервые разработана детерминированная математическая модель процесса высоконапорного нагнетания гидровоздушной смеси в угольный пласт с поверхности как объекта управления, в основу которой положены уравнения математической физики. Использование новой модели позволяет определить влияние основных параметров процесса на качество воздействия.

2. Впервые разработан алгоритм управления сбросом давления в технологической схеме обработки пласта с поверхности на основе редукции уравнений в частных производных к системе соотношений, позволяющих обосновать как дискретный, так и непрерывный характер управления, обеспечивающего предотвращение негативного влияния процесса на окружающую среду.

3. Получили дальнейшее развитие методы модификации характеристик микропроцессорных устройств, составляющих элементную базу системы автоматизированного управления процессом.

4. Обоснованы направления совершенствования алгоритмов управления и параметров оборудования для повышения эффективности и качества воздействия.

#### **5. Ценность для науки и практики полученных автором результатов.**

**Научное значение** работы состоит в том, что обоснованная методика построения детерминированной математической модели, основанной на уравнениях в частных производных, отражающих физику процессов, происходящих в неоднородной сплошной среде при напорном гидропневматическом воздействии, является новым эффективным теоретическим инструментом исследования технологических процессов без проведения долгосрочных дорогостоящих промышленных экспериментов.

**Практическое значение** результатов работы состоит в разработке алгоритмов и пакетов прикладных программ для компьютерной реализации предложенной детерминированной математической модели процесса принудительного внедрения газожидкостных смесей в неоднородную

сплошную среду с неопределёнными характеристиками, что позволяет исследовать параметры процессов и системы управления.

#### **6. Степень полноты опубликования полученных результатов.**

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 19 научных работах, из них 6 статей в специализированных изданиях, рекомендованных ВАК ДНР и в рецензируемых журналах, 2 в других изданиях, результаты прошли апробацию и опубликованы в материалах 11 международных научно-технических конференций. Публикации в достаточной мере отражают содержание работы.

#### **7. Реализация результатов диссертации в промышленности и предложения по их дальнейшему использованию.**

Основные результаты диссертации реализованы при разработке отраслевого нормативного документа, а также внедрены в учебный процесс ГОУ ВПО «ДОННТУ».

#### **8. Соответствие содержания диссертации специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)».**

Содержание рецензируемой диссертационной работы, выдвинутые научные положения, полученные выводы и рекомендации дают основание сделать заключение о том, что диссертация Лазебной Л.А., представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)».

#### **9. Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

В автореферате в достаточном объеме изложены основные результаты исследований, приведенных в диссертации. В нем представлены научные положения, новизна и практическая значимость, основные выводы по 4 разделам диссертации, заключение, реализация результатов работы в промышленности и предложения по их дальнейшему использованию.

#### **10. Структура, стиль и язык диссертации.**

Структурное построение диссертации соответствует цели и задачам исследований. Стиль изложения содержания исследований и подача материала вполне логичны, последовательны и связаны единой идеей. Язык диссертации достаточно ясен и доступен для восприятия.



## **11. Замечания по диссертации.**

11.1. В разделе 1 не совсем чётко сформулированы цель и задачи работы, в частности, не указывается, совершенствование каких конкретных параметров, каких элементов и с какой целью выполняется в работе.

11.2 В разделе 2 достаточно полно и подробно обоснованы алгоритмы и структура системы автоматизированного управления процессом, однако совершенно не уделено внимания анализу технологических схем воздействия и их техническим параметрам.

11.3. В основу разрабатываемых в разделе 2 математических моделей положены нелинейные уравнения математической физики, их решение возможно лишь численно, при этом нелинейность обуславливает необходимость применения модификаций стандартных разностных методов, о чём в работе не упомянуто.

11.4. В разделе 3 при решении краевой задачи автор ограничивается применением вычислительных методов к безразмерным величинам, пример перехода к натурным значениям переменных не рассмотрен.

11.5. В 3-м разделе приведены результаты разработок функционально-логических схем систем автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированного управления (САУ), однако приведенные теоретические результаты не подкрепляются примерами проектирования с использованием предложенных рекомендаций.

11.6. В 4-м разделе при выборе элементной базы не проведено широкого сравнения различных комплектов технических средств, автор ограничивается рассмотрением двух вариантов.

11.7. Научные положения сформулированы без указания числовых величин, хотя от этого они явно выиграли бы.

## **Заключение.**

Отмеченные в отзыве недостатки не исключают общей положительной оценки диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, несмотря на недочеты, вполне приемлемы и не вызывают принципиальных возражений.

В целом диссертационная работа Лазебной Людмилы Александровны «Совершенствование алгоритмов и параметров элементов системы автоматизированного управления процессом гидропневматического воздействия на угольные пласты» является законченной научно-исследовательской работой, посвященной разработке актуальной тематики, имеет научную новизну, практическое значение и достаточную реализацию в отрасли, выполнена на достаточно высоком научном уровне, соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)».

За получение новых научно обоснованных результатов в области автоматизации и управления технологическими процессами, заключающихся в решении задачи развития структуры, математического и алгоритмического обеспечения системы автоматизированного управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты как средства борьбы с основными опасными явлениями при подземной угледобыче, обосновании параметров и алгоритмов функционирования системы и ее подсистем, обеспечивающих стабилизацию технологических характеристик процессов обработки угольных пластов и повышение на этой основе эффективности воздействия, автор представленной диссертации Лазебная Людмила Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)».

Официальный оппонент,  
зав. кафедрой прикладной математики  
и теории систем управления ГОУ ВПО  
«Донецкий национальный университет»,  
кандидат технических наук, доцент



Д.В. Шевцов

Адрес: ул. Университетская 24, г. Донецк, 283001, ДНР  
тел./факс: (062) 302 -07-35  
e-mail: d.shevtsov@donnu.ru

Я, Шевцов Дмитрий Валерьевич, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Кандидат технических наук, доцент



Д.В. Шевцов

Подпись Шевцова Д.В. подтверждаю



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

М.Н. МИХАЛЬЧЕНКО